

## Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-0733-11****Kinetika elektrónových a iónových procesov pre fúznu plazmu a elektrické výboje**Zodpovedný riešiteľ **Prof. Dr. Štefan Matejčík, DrSc.**Príjemca **Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského, Bratislava**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Katedra experimentálnej fyziky, Fakulta Matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského, Bratislava
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

### Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

- 1.
- 2.
- 3.

### Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

- 1.
- 2.
- 3.

### Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. Sabo, M; Matejčík, S; Corona Discharge Ion Mobility Spectrometry with Orthogonal Acceleration Time of Flight Mass Spectrometry for Monitoring of Volatile Organic Compounds ANALYTICAL CHEMISTRY Volume: 84 Issue: 12 Pages: 5327-5334 DOI: 10.1021/ac300722s Published: JUN 19 2012
2. Engmann, S; Stano, M; Matejčík, S; Ingolfsson, O; Gas phase low energy electron induced decomposition of the focused electron beam induced deposition (FEBID) precursor trimethyl (methylcyclopentadienyl) platinum(IV) (MeCpPtMe<sub>3</sub>), PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS Volume: 14 Issue: 42 Pages: 14611-14618 DOI: 10.1039/c2cp42637d

Published: 2012

3. Radmilovic-Radjenovic, M; Radjenovic, B; Matejcik, S; Klas, M; Field-emission-driven direct current hydrogen discharges in microgaps; EPL, 103 (2013) UNSP 45002 ; DOI:10.1209/0295-5075/103/45002

4. Danko, M; Orszagh, J; Durian, M; Kocisek, J; Daxner, M; Zottl, S; Maljkovic, JB; Fedor, J; Scheier, P; Denifl, S; Matejcik, S; Electron impact excitation of methane: determination of appearance energies for dissociation products; JOURNAL OF PHYSICS B-ATOMIC MOLECULAR AND OPTICAL PHYSICS; 46 (2013) 045203; DOI: 10.1088/0953-4075/46/4/045203

5. Sabo, M; Malaskova,.; Matejcik, S ; Laser desorption with corona discharge ion mobility spectrometry for direct surface detection of explosives; ANALYST Volume: 139 Issue: 20 Pages: 5112-5117 DOI: 10.1039/c4an00621f Published: OCT 21 2014

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

Výsledky získané v rámci riešeného projektu nachádzajú uplatnenie v oblasti plazmových technológií, nanotechnológii, ako i v oblasti analytickej chémie. Časť študovaných procesov elektrónov a iónov s molekulami (H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) je relevantná pre vysokoteplotnú plazmu, kým ostatné procesy boli zamerané na technologickú plazmu a nanotechnológie (metalorganické molekuly). Študované iónové procesy, metódy vzorkovania plyných, kvapalných látok a povrchov ako i vlastný vývoj a výskum v oblasti hmotnostnej spektroskopie a iónovej pohyblivostnej spektrometrie sme uplatnili vo vývoji nových vysokocitlivých a rýchlych analytických metód pre oblasti bezpečnosti (detekcia výbušnín), životného prostredia (detekcia prchavých organických látok), medicíny a biológie. Výskum v oblasti mikrovýbojov bol nasmerovaný na vývoj nových typov plazmových zdrojov, ktoré potenciálne môžu nájsť využitie v oblasti medicíny, biológie ako aj materiálových technológií.

### **CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV**

#### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku** (max. 20 riadkov)

V rámci riešenia projektu boli študované interakcie elektrónov s molekulami vedúce k vzniku kladných i záporných iónov, ako i procesy excitácie a disociácie molekúl. V rámci výskumu bola študovaná kinetika, ako i reakčný mechanizmus elektrónových interakcií s molekulami. Výsledkom štúdia sú hmotnostné spektrá a elektrónmi indukované fluorescenčné UV-VIS spektrá molekúl, účinné prierezy pre interakcie elektrónov s molekulami ako i informácie o produktoch reakcií. Objektom štúdia boli molekuly zaujímavé z hľadiska nízko- a vysokoteplotnej plazmy (H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>), ako i molekuly zaujímavé z hľadiska technológií a nano-technológií (metalo-organické zlúčeniny Fe(CO)<sub>5</sub>, W(CO)<sub>6</sub>, NiNO(CO)<sub>4</sub>...). Výskum iónových procesov pri atmosférickom tlaku metódami iónovej pohyblivostnej spektrometrie (IMS) a hmotnostnej spektrometrie (MS) priniesol nové poznatky o reakciách iónov s molekulami (prchavé organické látky -VOC, výbušniny, aminokyseliny, peptidy) a tiež k vývoju vzorkovacích metód pre kvapaliny a povrchy. Analytické metódy na báze IMS a MS viedli k dosiahnutiu vysokej citlivosti detekcie a vysokému rozlíšeniu látok pri relatívne krátkych časoch detekcie. Výskum v oblasti mikrovýbojov bol zameraný na skúmanie vzniku výboja, platnosti Paschenovho zákona ako i na diagnostiku mikrovýbojov. Vznik výbojov bol skúmaný v širokom rozsahu parametrov ako sú materiály elektród (Cu, W, Mo), pracovné plyny (Ar, He, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>,...), vzdialenosti elektród (5-500 μm) a budiacich napätí (jednosmerné až MHz budiace napätia). Výsledky výskumu vyústili do konštrukcie plazmových zdrojov, ktoré sa aplikovali v oblasti bio-medicínskeho výskumu.

#### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku** (max. 20 riadkov)

The project was focused on investigation of electron interaction resulting in ionisation (positive and negative ions), excitation and dissociation of the molecule. We have studied the kinetics

as well as the reaction mechanism of these electron interactions with molecules. The studies resulted in publication of the mass spectra of the molecules and electron induced UV-VIS emission spectra, determination of the cross sections for the electron processes and identification of the products of the reactions. We have studied molecules relevant to low and high temperature plasma ( $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $C_2H_2$ ) as well as molecules of technological and nanotechnological relevance (metal-organic compounds  $Fe(CO)_5$ ,  $W(CO)_6$ ,  $NiNO(CO)_5$ ...). The ion processes at atmospheric pressure were studied using ion mobility spectrometry (IMS) and mass spectrometry methods and resulted in new knowledge about the reactions of the ions with the molecules (volatile organic compounds - VOC, explosives, aminoacids, peptides) and also in development new sampling methods for liquids and surfaces. Analytical methods on the basis of IMS and MS resulted in high sensitivity, high resolution and fast response time of the detection. The research in the field of microdischarge was focused on elucidation of the discharge breakdown mechanism, validity of the Paschen law as well as on the diagnostic of the microdischarges. The microdischarges were studied in broad range of such parameters as electrode materials (Cu, W, Mo), gases (Ar, He,  $H_2$ ,  $N_2$ ,...), electrode separations (5-500 $\mu$ m) and voltages (DC, and AC up in the MHz range). The research resulted in design of new plasma sources which were applied in the field of biomedical applications.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

**Zodpovedný riešiteľ**

Prof. Dr. Štefan Matejčík, DrSc.

V Bratislave 26. 01. 2016

**Štatutárny zástupca príjemcu**

Prof. RNDr. Jozef Masarik, DrSc.

V Bratislave 26. 01. 2016

.....  
podpis zodpovedného riešiteľa

.....  
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu